



Evaluation intégrée des mesures agro-environnementales territorialisées à enjeu "qualité des eaux" sur la période 2007 à 2011 : le projet MAEVEAU

Frédéric Zahm, C. Kephaliacos, Françoise Vernier, J.P. del Corso, T V.
Kuentz Simone, Odile Leccia, Jean-Marie Lescot, S. Rousset, C. Scordia, L.
Guichard, et al.

► To cite this version:

Frédéric Zahm, C. Kephaliacos, Françoise Vernier, J.P. del Corso, T V. Kuentz Simone, et al.. Evaluation intégrée des mesures agro-environnementales territorialisées à enjeu "qualité des eaux" sur la période 2007 à 2011 : le projet MAEVEAU. Rousset, S.; Zahm, F. Eaux et Territoires agricoles : dépasser les contradictions ? Résultats de sept projets de recherche, CGDD, pp.61-70, 2016, CGDD, ISSN 2102-474X. hal-01306213

HAL Id: hal-01306213

<https://hal.science/hal-01306213>

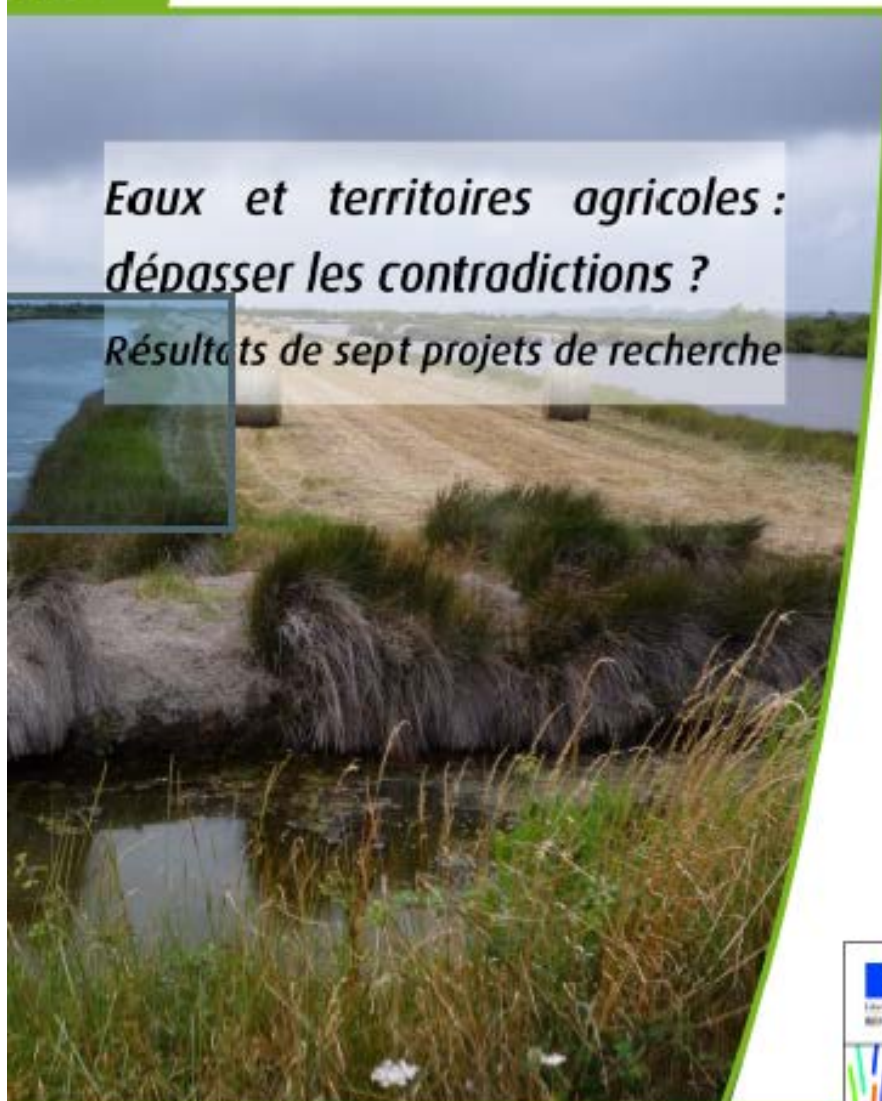
Submitted on 22 Apr 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Janvier
2016

Eaux et territoires agricoles : dépasser les contradictions ? Résultats de sept projets de recherche



Direction de la recherche et de l'innovation

www.developpement-durable.gouv.fr



Pour citation : Zahm F., Kephaliacos C., Vernier F., Del-Corso J-P., Kuentz-Simonet V., Leccia O., Lescot J-M., Rousset S., Scordia C., Guichard L., Minette S., Nguyen G., Fort J-L., Petit K., Tinland K., Uny D., 2016, *Évaluation intégrée des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées pesticides à enjeu qualité des eaux : le projet MAEVEAU*, in : *Eaux et Territoires agricoles : dépasser les contradictions*, Ed. Collection RéférenceS, Commissariat Général au Développement Durable, Ministère de l'écologie, du développement Durable et de l'Energie, voir [http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Ref - Eaux et territoires agricoles.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Ref_-_Eaux_et_territoires_agricoles.pdf), pp. 61-70

Une évaluation intégrée des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées à enjeu qualité des eaux sur la période 2007 à 2011 : le projet MAEVEAU

Coordinateur : Sylvain Rousset (Irstea) puis Frédéric Zahm (Irstea)

Partenaires scientifiques : Irstea, UMR LEREPS (Université de Toulouse 1, ENFA), UMR agronomie de Grignon (Inra-AgroParisTech)

Autre partenaire : Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes

Subvention : 124.000 euros du programme Eaux et territoires

Auteurs : Zahm F.^{1*}, Kephaliacos C.², Vernier F.¹, Del-Corso J-P.², Kuentz-Simonet V.¹, Leccia O.¹, Lescot J-M., Rousset S.¹, Scordia C.¹, Guichard L.³, Minette S.⁴, Nguyen G.², Fort J-L.⁴, Petit K.¹, Tinland K.¹, Uny D.¹

¹ Irstea Bordeaux, Unité Environnement, Territoires et Infrastructures,

² UMR LEREPS - ENFA - Université de Toulouse 1 Capitole,

³ UMR d'Agronomie INRA-AgroParisTech,

⁴ Chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes

*contact auteur : frederic.zahm@irstea.fr

Résumé : La recherche conduite dans le projet MAEVEAU a développé une démarche d'évaluation intégrée de l'efficacité des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées (MAET) à enjeu préservation de la qualité de l'eau vis-à-vis des pesticides sur la période 2007 à 2011. La question scientifique traite le concept d'efficacité de la politique en s'appuyant sur une triangulation des approches: une évaluation de l'impact (c'est-à-dire des effets propres de la politique), une évaluation coût-efficacité environnementale et une évaluation du rôle des facteurs organisationnels dans le processus d'adhésion. L'impact est évalué par une approche quasi-expérimentale par contrefactuel et questionne l'adaptation de la méthode du matching à la territorialisation des MAET. L'analyse coût-efficacité s'appuie sur une modélisation intégrée spatialisée couplant modèle agro-hydrologique, indicateurs pesticides spatialisés et optimisation économique des marges brutes. L'efficacité des facteurs organisationnels s'est intéressée aux coûts de transaction, au rôle de l'action collective et aux préférences pour des contrats alternatifs.

Mots-clés : Action collective, Coûts de transaction, facteurs organisationnels, apprentissages, incertitudes, acceptabilité, expérience de choix, Évaluation de politiques publiques, efficacité, indicateur de fréquence de traitement, mesures agro-environnementales territorialisées, MAET pesticides, DCE, effets propres, matching, Modélisation intégrée, Coût-efficacité, Indicateurs spatialisés, Scénarios d'évolution de l'agriculture.

Integrated assessment of territorialised agri-environmental measures on the improvement of water quality regarding pesticide non-point source pollution : the MAEVEAU project

Abstract : The MAEVEAU project has developed an approach for an integrated assessment of effectiveness of regionalized Agro-Environmental Measures (MAET) intended to preserve water quality in relation to pesticides. This approach investigates the concept of efficiency through a triple analysis : the impact (net effects), the environmental cost-effectiveness and the role of organizational factors in the contracting process. The impact is assessed by a quasi-experimental approach by counterfactuals and examines adaptation of the matching method to the regionalized MAET. Cost-effectiveness analysis is based on integrated modeling spatially distributed coupling the agro-hydrological SWAT model, pesticides pressure indicators and a bio-economic model optimizing gross margin. The effectiveness of organizational factors focuses on transaction costs, the role of collective action and preferences for alternative contracts.

Keywords : Agro-environmental indicators, Collective public action, public choice experience, Transactions costs, Cost-effectiveness, Public policies impact evaluation, treatment effects, territorialized agri-environmental scheme, water quality, territorialization, selection bias, efficiency, pesticides, BMPs, Integrated assessment, Scenarios

Evaluation intégrée des mesures agro-environnementales territorialisées à enjeu « qualité des eaux » : le projet MAEVEAU

1. Objectifs et aspects méthodologiques

Les Mesures Agro-Environnementales (MAE) sont l'instrument économique incitatif majeur des trois programmes agro-environnementaux successifs de la politique de développement rural de la Politique Agricole Commune. Ces MAE visent à réduire les impacts environnementaux de l'agriculture avec un objectif général de préserver ou améliorer les ressources naturelles (eau et sol), la biodiversité et le paysage. Il s'agit d'aides versées de manière contractuelle pour une durée de cinq ans à des agriculteurs qui s'engagent de manière volontaire à changer de pratiques agricoles ou de systèmes (agrobiologie notamment) sur tout ou partie de la surface de leur exploitation. Ces aides sont destinées à compenser les coûts induits par les changements de pratiques agricoles. Si depuis 1992, le principe d'un contrat aidé volontaire sur cinq ans n'a pas changé, la France a décidé, à partir de 2007, de transformer son mode d'action publique dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle programmation communautaire sur la période 2007-2013. Elle adopte le principe d'une territorialisation de son action publique agro-environnementale qui se concrétise par la mise en œuvre des **MAE Territorialisées** (MAET). Trois principaux changements dans le mode d'action publique caractérisent ces nouvelles formes de MAE par rapport au Contrat d'Agriculture Durable. Il s'agit (1) du caractère zoné obligatoire pour bénéficier de l'aide caractérisée par l'introduction de deux types de zonage : Zone d'Action Prioritaire délimitée à l'échelon administratif régional et zone de territoire de projet dans laquelle se construit chaque projet territorialisé, (2) de l'émergence d'opérateurs locaux indispensables pour construire puis animer ces projets de territoires au sein desquels les agriculteurs contractualisent les MAET et (3) de cahiers des charges nationaux basés sur un objectif d'obligation de résultat et non plus de moyens, adaptables localement et construits comme un assemblage d'engagements unitaires (Gassiat et Zahm, 2013). Le projet MAEVEAU a développé une démarche d'évaluation intégrée de l'efficacité de ces nouvelles Mesures Agro-Environnementales Territorialisées (MAET) à enjeu préservation de la qualité de l'eau vis-à-vis des pesticides. L'objectif est de questionner le concept d'efficacité de ces nouvelles formes de MAE à partir d'une triple analyse pour rendre compte de leur impact (effets propres), de leur coût-efficacité environnementale et du rôle des facteurs organisationnels dans le processus d'adhésion.

Par évaluation intégrée on entend une méthode d'analyse "qui combine en un ensemble cohérent les résultats et les modèles propres à différentes disciplines [...] ainsi que les interactions de ces différents éléments de façon à pouvoir évaluer l'état et les conséquences des changements de systèmes ou pratiques agricoles, de même que les mesures publiques prises pour y remédier" (les MAET dans notre cas) (Zahm et al., 2014). Une telle démarche d'évaluation intégrée correspond à un "processus interdisciplinaire et participatif, visant à combiner, interpréter et communiquer des connaissances issues de diverses disciplines scientifiques afin de permettre une meilleure compréhension des phénomènes complexes" (Parker et al., 2002 traduit par Kieken, 2003). Pour questionner ce concept d'efficacité dans une approche d'évaluation intégrée, les quatre disciplines mobilisées sont l'agronomie, l'économie, la géographie et la statistique. Le projet a été structuré en trois volets scientifiques:

Le premier volet scientifique (Képhaliacos et al, 2014), s'est attaché à identifier puis analyser le rôle et l'efficacité des facteurs organisationnels dans le processus de contractualisation des MAET en développant deux questions de recherche. La première question interroge le rôle de l'action collective dans le processus d'apprentissage entre conseillers techniques et agriculteurs au regard des risques perçus par les exploitants agricoles lors de l'adoption des MAET pesticides en grandes cultures. La seconde question s'est intéressée à identifier à la fois les caractéristiques individuelles des agriculteurs qui permettent d'expliquer la contractualisation en s'attachant à différentes caractéristiques non observables dans les données d'enquêtes nationales (aversion au risque, motivations éthiques, attitudes vis-à-vis des politiques publiques, etc.) mais aussi comprendre, à partir d'« expériences de choix », les préférences individuelles des agriculteurs vis-à-vis des contrats agroenvironnementaux actuels (durée, obligations, flexibilités, etc.) (Williamson, 1996) et identifier leurs préférences pour des contrats alternatifs.

Le deuxième volet (Zahm F. et al., 2014), a évalué les effets propres des MAET DCE (à enjeu « qualité des eaux ») en développant une méthode intégratrice associant micro-économétrie (Rubin, 1975 et Heckman et al, 1997) et indicateurs pesticide pression (Indicateur de Fréquence de Traitement) en mobilisant par démarche contrefactuelle pour rendre compte de l'impact (ou effet propre) de ces MAET. Il s'agit d'évaluer dans quelle mesure, le programme est à l'origine des résultats observés (les changements de

pratiques phytosanitaires chez les bénéficiaires) en estimant les effets propres (ou changements nets) dans la situation observée qui sont réellement imputables au programme. L'effet propre d'une MAET pesticides est défini comme la contribution des MAET à la réduction de l'usage des pesticides (réduction de l'IFT) chez les agriculteurs bénéficiaires de la MAET. L'effet propre des MAET a été estimé comme la différence d'efficacité environnementale entre les pratiques phytosanitaires adoptées par les agriculteurs bénéficiaires d'une MAET et les pratiques que ces mêmes agriculteurs auraient adoptées si la MAET n'avait pas été mise en place (Chabé-Ferret et al., 2012 et 2013).

Le troisième volet scientifique (Vernier et al., 2014) a développé une démarche d'évaluation ex-ante du coût/efficacité environnementale de changements de pratiques agricoles ou de systèmes agricoles à l'échelle de bassin versant intermédiaire (projet ECCOTER). Au plan théorique, l'approche retenue s'inscrit dans un cadre de modélisation intégrée (O'Callaghan, 1996; Volk et al. 2008;) appliquée à l'évaluation de scénarios d'évolution de l'occupation du sol agricole et/ou de changement de pratiques phytosanitaires. La démarche générale est présentée à la figure 1. Elle repose sur (i) une définition de scénarios co-construits avec les acteurs locaux et des pratiques agricoles spatialisées associées avec une approche typologique sol/rotation/culture, (ii) une évaluation environnementale mobilisant deux types d'outils (modélisation agro-hydrologique avec le modèle SWAT d'une part et indicateurs pesticides, pour rendre compte de l'efficacité environnementale et (iii) un couplage avec une évaluation économique reposant sur une approche en programmation mathématique pour estimer les coûts privés associés à ces scénarios de changements de pratiques.

Les démarches des trois volets sont présentées au tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 : Présentation récapitulative des démarches dans les trois volets scientifiques

	Volet scientifique 1		Volet scientifique 2	Volet scientifique3	
Forme d'efficacité questionnée	Efficacité organisationnelle		Efficacité de la MAET dans le changement de pratiques (impact)	Efficacité environnementale des mesures et des coûts privés associés	
Question générale associée	Quels rôles jouent les facteurs organisationnels dans la perception des risques liés à l'adoption des MAET ?		Quelle contribution des MAET au changement des pratiques phytosanitaires observées chez les agriculteurs bénéficiaires ?	Quel coût/efficacité environnementale des changements de pratiques (MAET et autres scénarios testés) ?	
Question sous jacente traitée	Quelles sont les préférences des agriculteurs pour des contrats alternatifs ?	Quel est le rôle de l'action collective dans l'apprentissage au changement de pratiques phytosanitaires ?	Comment prendre en compte la dimension territoriale dans la méthode du matching pour la construction de la population contrefactuelle ?	Quelle est l'efficacité environnementale relative de chaque scénario de changements de pratiques phytosanitaires au regard des transferts et du devenir des phytos dans les eaux de surface ?	Quel est le coût privé supporté par les agriculteurs adoptant les changements de pratiques phytosanitaires ?
Temporalité de l'évaluation	"ex post"	"ex post"	"ex post "	ex ante	ex ante
Cadre théorique mobilisé	Théorie économique du consommateur (Lancaster, 1996)	économie écologique et institutionnelle	évaluation de l'impact par approche contrefactuelle (Modèle causal de Rubin et Heckman)	Integrated assessment	Economie néoclassique - Analyse input/output
Méthode / Type d'approche développée	Méthode des expériences de choix (Choice experiment) <i>Quantitative / économétrie</i>	Entretien d'acteurs institutionnels et d'agriculteurs et analyses de discours et textuelles Enquête postale complémentaire <i>Qualitative et quantitatif</i>	Démarche quasi-expérimentale par groupe de contrôle externe apparié <i>Approche quantitative économétrique</i>	Evaluation environnementale à l'échelle de bassins versants, des flux de pesticides en eaux de surface par modélisation agro-hydrologique, de la pression et du risque potentiel de transfert par indicateurs spatialisés	Evaluation des coût marginaux de mise en place des mesures à partir des valeurs duales, Programmation mathématique à l'échelle de la HRU, sous bassins et bassin
Type de données mobilisées (pour la thématique usages du sol)	Données de questionnaires par enquête postale 3295 questionnaires envoyés / 415 reçus et analysés	données d'entretiens acteurs institutionnels / 6 conseillers / 36 agriculteurs données d'enquêtes complémentaires 400 agriculteurs	Données individuelles / enquêtes statistiques nationales pratiques culturales en grandes cultures (2011), Recensement agricole (2010) et bénéficiaires aides MAET (ASP -2011)	Registre Parcellaire Graphiques (2006-2010), Usages du sol complétés par RA 2010, enquêtes IRSTEA auprès d'experts agricoles du secteur et expertise des Chambres d'agriculture Poitou-Charentes (itinéraires techniques et coûts associés)	
Terrains d'études	Les territoires de projets MAET - régions Poitou-Charentes et Aquitaine	Deux coopératives agricoles du bassin versant de l'Adour	France métropolitaine (hors corse)	Bassin du Né (700 km2) en Charente et ses treize sous-bassins modélisés	

Source : Zahm et al., 2014 (rapport final synthèse)

2. L'évaluation organisationnelle des MAET à enjeu qualité des eaux

L'adoption de nouvelles pratiques dépend de divers facteurs matériels et immatériels, et plus précisément de la manière dont ils peuvent être mobilisés par l'agriculteur. Le premier volet de MAEVEAU questionne l'efficacité des MAE en interrogeant le processus d'adoption et l'acceptabilité des MAET en approchant deux types de transactions complémentaires et leurs impacts sur l'adoption : les coûts de transaction privés et les coûts des transactions informationnelles.

Coûts des transactions privés

Une hypothèse est qu'à la théorie d'action des MAE correspond au plan économique un contrat « complet », avec un cahier des charges et un régime de contrôle et de sanctions rigides, alors que l'engagement est par nature très incomplet, soumis à une forte incertitude, ne serait-ce que par les aspects biophysiques de la production agricole.

Le décalage entre ce design institutionnel et les caractéristiques élémentaires de la transaction constituerait un frein à l'adoption de MAE ambitieuses, nécessitant de la part des agriculteurs des investissements spécifiques dans des savoir-faire spécialisés et des matériels dédiés comme ceux utilisés en agriculture biologique (Ducos, 2006). Les engagements les moins contraignants sont ainsi les plus fréquemment souscrits et des effets d'aubaine ont été constatés dans les évaluations successives des MAE. **Compenser les agriculteurs pour les coûts de transaction ou faire évoluer les clauses contractuelles, en laissant plus de choix aux bénéficiaires devrait dès lors favoriser l'acceptabilité des mesures.**

Cette analyse de l'efficacité organisationnelle des contrats MAET a permis de mettre en avant trois grands types de résultats.

Le premier résultat est issu de l'analyse des déterminants de la contractualisation entre bénéficiaires et non-bénéficiaires en région Poitou-Charentes. Il ressort les principales différences¹ structurelles suivantes : les bénéficiaires de MAET (toutes MAET DCE confondues) exploitent de plus grandes fermes (128 ha / 74 ha) avec une main d'œuvre plus importante (1,88 UTA/ha) et un pourcentage de céréales, oléagineux et protéagineux dans l'assolement plus élevé. Ils ont plus fréquemment une activité d'élevage (62 % contre 51 %), notamment en bovins viande (37 % contre 20 %), ont plus fréquemment souscrit une assurance agricole et ont plus tendance à être certifiés en agriculture biologique (8 % contre 2 %).

Tableau 2 Caractéristiques moyennes des bénéficiaires et non bénéficiaires (enquête Poitou-Charentes)

(Ntot = 264)	Bénéficiaires (N1= 129)	Non bénéficiaires (N2 = 135)
Surface moyenne SAU en ha	128	74
Main d'œuvre en UTA	1,88	1,33
% de COP* dans l'assolement	55 %	47 %
Part de la SAU irriguée	2,4 %	5,1 %
Présence d'activité d'élevage	62%	51 %
Souscription d'une assurance agricole	74 %	58 %
Certification en agriculture biologique	8 %	2 %
% de jeunes agriculteurs (< à 40 ans)	16 %	26 %

* COP : surface en céréales, oléagineux et protéagineux (Source : Rousset, 2014)

Les agriculteurs contractants disposent d'une plus grande expérience sur ce type de changement de pratique car 51 % d'entre eux avaient déjà souscrit une MAE dans la précédente période de programmation (2000-2006) contre seulement 12 % des non-contractants. Si la proportion de « jeunes » agriculteurs (moins de 40 ans) est plus faible chez les contractants (16 % contre 26 %), les bénéficiaires sont plus fréquemment diplômés de l'enseignement agricole (81 % contre 64 %) et adhérents à une organisation professionnelle agricole généraliste (90 % contre 73 %) ou à un CIVAM (10 % contre 4 %). Ils sont également plus souvent membres d'une association de pêche ou de chasse (15 % contre 7 %) et pratiquent plus volontiers un sport de nature (27 % contre 10 %). Quant à l'analyse des motivations du métier d'agriculteur, elle montre que les bénéficiaires sont tout à la fois plus enclins (que les non bénéficiaires) à avoir des motivations sociétales et plus intéressés par des objectifs économiques. Ces motivations sociétales ont joué un rôle significatif dans la

¹Différences statistiquement significatives appréciées à partir des tests t de Student et du Khi-2.

propension à souscrire une MAET

Le second type de résultats sur l'analyse² de la propension à renouveler le contrat pour les contractants (si on leur proposait une MAE aux mêmes conditions) met en avant les deux principaux points suivants:

- il y a peu de différences significatives entre les caractéristiques socio-structurelles des bénéficiaires désireux de prolonger le contrat et ceux qui déclarent ne pas souhaiter renouveler de tels contrats agro-environnementaux,
- L'hypothèse de travail selon laquelle les coûts de transaction jouent un rôle important dans les choix contractuels est confirmée³. Les agriculteurs *refusant de reconduire* leur engagement soulignent les contraintes administratives (score de 3,9 sur une échelle de 5, contre 3,3), la trop longue durée d'engagement (3,1 contre 2,3) et l'intérêt qu'il y aurait à adapter la rémunération de la MAE à leurs coûts de production (4,2 contre 3,4) et aux prix de vente (3,6 contre 3,2). Les agriculteurs désireux de prolonger la MAE sont ceux pour lesquels ces dernières ont eu le moins d'impact, qu'il s'agisse de la charge de travail (2,6 contre 3,0), de la vulnérabilité aux aléas (2,1 contre 2,4) ou encore du fonctionnement général de l'exploitation (2,9 contre 3,5).

Le troisième et dernier type de résultats concerne les préférences des agriculteurs⁴ pour des contrats alternatifs. L'analyse montre une préférence pour le "statu quo" (garder la MAE dans ses mêmes modalités). Toutefois, ce résultat est classique quand on laisse la possibilité aux répondants de ne pas retenir une des alternatives proposées (43 % des 1318 choix). Parmi les choix alternatifs aux MAE actuelles, il ressort un fort intérêt pour la possibilité de renégocier le contrat (68 % contre 32 %), un intérêt moyen pour la possibilité de bénéficier d'une dérogation individuelle (57 % contre 43 %) et d'un accompagnement technique durant la mise en place du programme (56 % contre 44 %). Concernant l'opérateur en charge des contrôles, la chambre départementale d'agriculture est privilégiée (43 %), puis l'État actuellement responsable des contrôles via les DDT, DRAAF et ASP (30 %) et enfin un organisme certificateur indépendant (27 %). Environ un quart des bénéficiaires se satisfont du montant actuel de subvention, un autre quart accepterait une réduction de 20 % et la moitié souhaiterait au contraire voir le montant augmenter de 20 %.

Transactions informationnelles et formes d'apprentissage collectif

L'efficacité d'autres moyens d'action tels que l'information, la formation, le conseil et, de façon plus indirecte, la pression morale, pourtant réputés faciliter la résolution des problèmes environnementaux n'a pas fait l'objet d'une analyse approfondie (OCDE, 2010). C'est cette lacune que le projet MAVEAU a souhaité combler en s'intéressant au rôle de l'action collective dans le processus d'adhésion aux MAET. Les résultats montrent un niveau important d'adhésion des agriculteurs pour les deux coopératives enquêtées en Midi Pyrénées (Geryscoop et Qualisol) par rapport aux autres territoires de projet de la région. Trois facteurs sont identifiés comme facilitant cette acceptabilité : (1) la possibilité laissée aux acteurs locaux de fixer certaines "règles du jeu" sur le territoire du projet contribue à rendre davantage légitime ces règles aux yeux des agriculteurs, à en réduire les incertitudes et, in fine, à permettre une meilleure appropriation du dispositif par les différents acteurs impliqués, (2) la présence d'un opérateur économique a facilité l'instauration d'un climat de confiance dans une logique de risques partagés (baisse possible de la qualité et du volume collecté), (3) les dispositifs d'animation mis en place favorisent le partage d'expériences, réduisent les coûts d'apprentissage et stimulent l'expérimentation.

3. L'évaluation de l'impact (effets propres) des MAET à enjeu « qualité de l'eau »

Au plan empirique, l'évaluation de l'impact MAET a concerné les MAET pesticides contractualisées sur la période 2007-2011 en France métropolitaine pour l'engagement unitaire PHYTO_04 en grandes cultures. Six types de résultats peuvent être mis en avant : (1) les enseignements issus de la construction de la population et des bases de données, (2) les résultats descriptifs de la population totale d'agriculteurs bénéficiaires de MAET, (3) les résultats issus du processus d'appariement, (4) les résultats descriptifs sur la population étudiée et (5) les résultats de la qualité du modèle sur les effets propres pour l'engagement unitaire PHYTO_04 et (6) les résultats de l'efficacité mesurée en intégrant ou non les variables territorialisées.

² Sur les seuls bénéficiaires des régions Aquitaine et Poitou-Charentes (N=255).

³ Test par régression logistique (voir les deux dernières colonnes du tableau de l'annexe n°7).

⁴ 1318 choix de contrats effectués par les 255 bénéficiaires interrogés - partie du questionnaire sur *les expériences de choix*.

Le premier type de résultat concerne les travaux conduits dans l'étape 1 (choix des bases de données, sélection et construction des variables pertinentes dans les différentes bases de données nationales). Ils ont débouché sur la construction d'une base unique de données comprenant 518.925 exploitations, structurée en quatre grandes catégories d'informations (voir annexe 9): (i) les données individuelles de paiement des 2.793 bénéficiaires des MAET pesticides en 2011, (ii) les données de pratiques agricoles des bénéficiaires et non bénéficiaires enquêtés (respectivement 25.009 et 5.095 exploitations dans les deux enquêtes *pratiques culturales grandes cultures 2011* et dans *Viti 2010*), (iii) les caractéristiques socio structurelles des 518.925 exploitations agricoles du RA 2010 et (iv) les données territoriales (construites par Irstea) décrivant l'ensemble des communes françaises pour les six variables qualifiées de territorialisées suivantes : types d'agrosystèmes, types de sols, pluviométrie annuelle, nombre de jours annuels de pluie, qualité des masses d'eaux selon les critères chimiques et écologiques de Risque de Non Atteinte du Bon État des Eaux.

Le second type de résultats concerne les enseignements issus des analyses statistiques descriptives sur les bénéficiaires : le niveau global de contractualisation est très faible et très différent selon les mesures, engagements unitaires et régions (voir annexe n°10) : sur les 490.000 exploitations agricoles métropolitaines (RA 2010) et sur les 25.560 exploitations agricoles ayant souscrit une MAE Territorialisée, seulement 2.793 agriculteurs ont contractualisé au moins une MAET pesticides sur 137.398 ha pour un montant de 18,7 millions d'euros en 2011 (tableau n° 3 ci-dessous).

Tableau 3 : Bilan des MAET pesticides (2011)

Total en 2011 (France métropolitaine)			
Nombre d'exploitants	nombre de mesures	Surface (en ha)	Montant payé en € en 2011
2 793	3 288	137 398 ha	18 713 660 €

Source : auteurs à partir données ASP, 2011

Le troisième type de résultats concerne le processus d'appariement. Il montre qu'au plan empirique, le trop faible nombre de bénéficiaires de MAET à couvert vigne ou autres couverts également enquêtés dans l'enquête nationale PK rend impossible l'utilisation de la méthode du matching. Le processus complet d'évaluation des effets propres a porté sur la MAET pesticides en grandes cultures pour l'EU PHYTO_04 (réduction des traitements herbicides) sur une population initiale d'exploitants composée de 241 bénéficiaires et 19457 non bénéficiaires.

Le quatrième type de résultats concerne l'analyse statistique multivariée de la population finale étudiée (analyse des correspondances multiples suivie d'une classification ascendante hiérarchique avec le critère de Ward), population constituée des bénéficiaires d'une MAET grandes cultures Phyto_04 enquêtés sous PK grandes cultures et de la population des 1873 agriculteurs qualifiés de jumeaux potentiels, c'est-à-dire tous les agriculteurs non-bénéficiaires de MAET (N=1873) qui résultent de l'appariement des deux bases de données (RA et PK) et qui sont voisins géographiquement car présents sur un des 262 territoires de projet MAET pesticides. Ces bénéficiaires ont contractualisé une surface moyenne de 48 pour un montant moyen d'aides de 7650 € (voir annexe n°12). L'analyse typologique des deux populations étudiées (bénéficiaire et jumeaux) montre qu'elles sont globalement similaires et révèle quatre types d'exploitations : (1) grandes cultures, (2) systèmes d'élevage, (3) pluriactivité et (4) agriculture biologique. Une telle "similarité" conforte la pertinence d'une approche par la méthode du matching pour la mesure de l'effet propre.

Le cinquième type de résultats concerne la qualité du modèle développé pour l'évaluation des effets propres sur l'EU Phyto_04. La construction du score de propension a été réalisée à l'aide d'un modèle logit incluant 32 variables qui caractérisent le chef d'exploitation, les employés, les cultures et leur rendement, les traitements phytosanitaires, la gérance de l'exploitation, le statut et la taille de l'exploitation, ainsi que les activités de l'exploitation. Les tests montrent que la qualité prédictive du modèle développé est correcte garantissant ainsi que les résultats sur l'estimation des effets propres sont bons. Quant au test de la courbe ROC (Receiver Operating Curve), il traduit une bonne qualité de prédiction (valeur de 0.74). Enfin le test de l'adéquation du modèle aux données (test de Hosmer-Lemeshow) confirme également l'adéquation du modèle (p-valeur = 0.63). Enfin l'analyse de la qualité de l'appariement (fonction MatchBalance) montre que la p-valeur indiquant la différence entre les valeurs des deux groupes n'est pas significative et confirme ainsi la validité des résultats. Au final, les résultats de l'évaluation des effets propres sur l'EU PHYTO 04 pour la

MAET grandes cultures sont présentés dans le tableau de synthèse n°4 ci-dessous.

Tableau 4 : Valeur des IFT herbicides dans chacune des sous-populations étudiées

	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Minimum	1 ^{er} quartile	Médiane	3 ^{ème} quartile	Maximum
Bénéficiaires GC PHYTO 04	241	1,06	0,54	0,00	0,73	1,00	1,36	3,11
Non Bénéficiaires France entière	19457	1,33	0,84	0,00	0,83	1,25	1,80	7,37
Jumeaux potentiels territoire de projet	1873	1,31	0,78	0,00	0,84	1,23	1,73	5,95
Jumeaux appariés sans VT	856	1,34						
Jumeaux appariés avec VT	874	1,49						

Sources : Zahm, Kuentz-Simonet et Scordia, 2014

Il ressort les points marquants suivants :

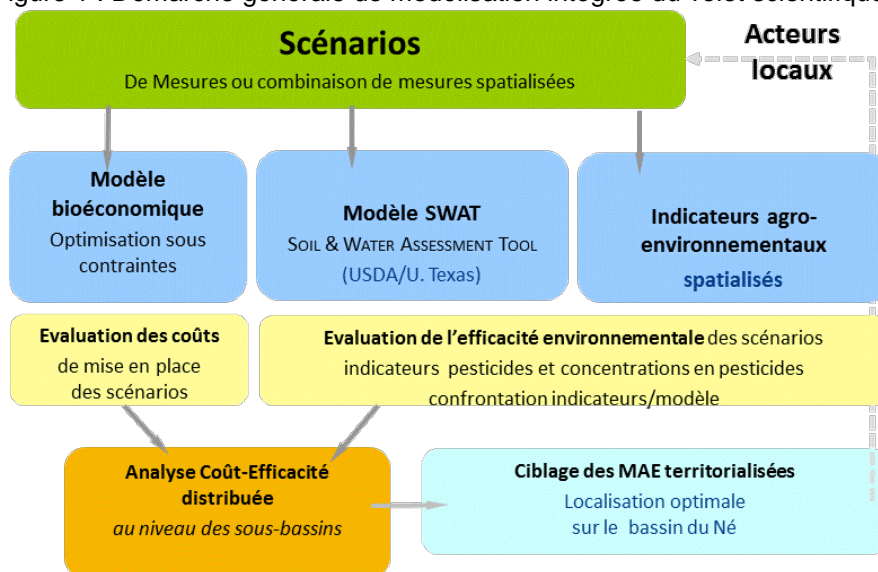
- la simple comparaison entre bénéficiaires et non-bénéficiaires montre une différence d'efficacité environnementale de -0.25 point d'indice IFT. Cette comparaison biaisée ne permet pas de rendre compte de l'efficacité de la MAET au changement car elle ne mesure pas la contribution de la MAET au changement mais mesure une "simple" différence
- l'efficacité de la MAET phyto_04 (désherbage) en grandes cultures est confirmée par la méthode du matching. La MAET a contribué à une diminution moyenne de l'IFT herbicide de 0,43 point d'IFT chez les bénéficiaires, soit une réduction de 30 % du nombre moyen de doses homologuées par ha en grandes cultures (l'IFT moyen chez les bénéficiaires est de 1,06 versus 1,49 pour les jumeaux appariés),
- la prise en compte des six variables territorialisées dans la construction du modèle améliore la pertinence spatiale et agronomique de l'appariement et contribue à améliorer de 10 % l'estimation de la réduction d'efficacité (1,34 sans prise en compte des variables territorialisées versus 1,49 d'IFT moyen avec prise en compte des variables territorialisées).

4. L'évaluation environnementale et économique de l'impact des modifications des pratiques agricoles

Le volet 3 s'est intéressé à l'impact sur la qualité des eaux des changements de pratiques proposés dans le cadre des MAET et des mesures de soutien à l'agriculture biologique, ainsi qu'au rapport coût / efficacité de ces mesures à l'échelle des bassins versants. Les résultats ont permis d'aboutir à la proposition d'un cadre méthodologique opérationnel d'évaluation ex-ante de scénarios de changements de pratiques pour une analyse coût-efficacité environnementale spatialisée qui s'appuie sur un processus de modélisation intégrée. Cette démarche présentée à la figure 1 repose sur une approche évaluative ex ante de scénarios qui correspondent à la mise en œuvre sur tout ou partie de la zone étudiée de MAET pesticides, de combinaisons de ces mesures mais aussi de changements de pratiques agricoles ou de systèmes autres que les MAET étudiées. La méthodologie générale repose sur une évaluation à la même échelle spatiale: (1) de l'efficacité environnementale des scénarios à partir d'indicateurs pesticides (quatre indicateurs pesticides IFT, ARTHUR, PREMA et un indicateur composite spatialisé tenant compte du risque potentiel de transfert) et du modèle agro-hydrologique semi-distribué SWAT, (2) des résultats économiques sur les coûts privés supportés par les agriculteurs adoptant ces scénarios de changement et enfin (3) une analyse du coût efficacité par scénario à l'échelle de chaque sous-bassin versant. Cette unité spatiale homogène correspond à la HRU (Unité de Réponse Hydraulique), unité de référence du modèle SWAT à laquelle sont calculés les flux d'eau, de sédiments et de polluants qui sont ensuite routés vers l'exutoire du sous bassin) ainsi que les coûts privés.

Elle repose sur (i) une définition de scénarios co-construits avec les acteurs locaux et des pratiques agricoles spatialisées associées avec une approche typologique sol/rotation/culture, (ii) une évaluation environnementale mobilisant deux types d'outils (modélisation agro-hydrologique avec le modèle SWAT d'une part et d'autre part, pour rendre compte de l'efficacité environnementale et (iii) un couplage avec une évaluation économique reposant sur une approche en programmation mathématique pour estimer les coûts privés associés à ces scénarios de changements de pratiques.

Figure 1 : Démarche générale de modélisation intégrée du volet scientifique 3



Source : Vernier et al., 2014

Construction et spatialisation de scénarios prospectifs à l'échelle du bassin versant

La première tâche a consisté à construire et à spatialiser avec les acteurs locaux des scénarios prospectifs à l'échelle du bassin versant du Né (Charente). La caractérisation des activités agricoles passe d'abord par une description simplifiée de l'occupation du sol par l'agriculture, en tenant compte des milieux, des systèmes et des pratiques.

Le scénario 0 correspond à la réalité modélisée (référence temporelle année 2006), c'est à dire la situation de référence sur le territoire, à partir de laquelle seront intégrées les politiques agro-environnementales et les mesures alternatives discutées avec les groupes d'acteurs. Les résultats de la construction des scénarios ont abouti à la définition d'un scénario de référence qualifié de scénario S0 (pratiques actuelles modélisées – source des données institutionnelles années 2006-2010) et de six scénarios d'évolution.

Évaluation Coût/Efficacité des scénarios à l'échelle des bassins versants

La seconde tâche a consisté à réaliser une évaluation économique des scénarios co-construits à l'échelle du bassin versant de la Charente. L'efficacité environnementale est mesurée à partir de sorties du modèle agro-hydrologique (SWAT) et d'indicateurs spatialisés (indicateur de pression simple, IFT, indicateur Arthur développé par la chambre régionale d'agriculture de Poitou-Charentes, indicateur composite Irstea prenant en compte les pressions et la vulnérabilité). Le modèle économique développé cherche à savoir si l'objectif de réduction des pesticides mesuré avec SWAT peut être atteint aux moindres coûts pour les agriculteurs. Développé en programmation linéaire, les valeurs duales correspondent aux incitations financières nécessaires pour compenser les coûts additionnels liés aux changements de pratiques et encourager l'adoption de ces mesures. Développé sous GAMS (General Modelling Algebraic System) (Brooke et al. 1988), ce modèle simule le changement d'utilisation des terres agricoles ou de pratiques au niveau de chaque HRU avec un résultat au sous-bassin versant modélisé. Il est supposé que les agriculteurs n'ont aucun effet sur les prix de vente et qu'ils cherchent à maximiser leur profit (marge brute), les agriculteurs mettant ainsi en œuvre les MAE uniquement si leur revenu espéré demeure au moins inchangé. Les résultats de l'analyse globale coût efficacité permettent de mettre en perspective ces coûts privés calculés en regard de l'efficacité environnementale évaluée par réduction de l'intensité des pratiques pesticides (IFT) ou par la baisse des concentrations à l'exutoire du bassin. Les résultats sont représentés au tableau 5 pour chacun des scénarios en croisant coût par hectare (ordonnées) et efficacité croissante (abscisse).. Pour les deux approches d'évaluation de l'efficacité environnementale (réduction des points d'IFT ou réduction de concentration en µg/l), les résultats convergent vers les mêmes résultats : les deux scénarios les plus coût-efficaces concernent "sans surprise" (pour l'efficacité) la mise en œuvre des MAET sur tout le bassin (S2) et le scénario alternatif S3B (conversion de 20 % du vignoble en agrobiologie avec 100 % des grandes cultures concernées par un allongement des rotations). Quant aux scénarios S1A (25 % de MAET) s'il ne réduit la pression IFT que

d'environ de 5 %, il conduit néanmoins à une baisse des concentrations de l'ordre de 2.5 µg/l dans le cours d'eau.

Tableau 5 : résultats de l'analyse coût efficacité pour les 6 scénarios sur la bassin du Né

Scénarios		Réduction de l'IFT en % par rapport à S0		efficacité lue avec IFT	Réduction de la concentration en µg/l par rapport à S0		efficacité lue avec SWAT (10 M.A)	Classement global Coût /efficacité	
		IFT herbicide	IFT hors herbicide		concentrations (SWAT)	(total mol.)			
20% Vigne Biologique et 80% Vigne S2 GC en S2	S3B	-47%	-39%	S2 S3B	S2	-4,9 µg/l	S3B S2	du plus coût efficace	Efficace
MAET herbicides GC et V 100% bassin / allongement rotation	S2	-44%	-32%		S3B	-4,3 µg/l			
Bandes enherbées	S4	-15%	-2%	S4 S3A S1A	S4	-2,7 µg/l	S4 / S3A / S1A	au moins coût efficace	Moyennement efficace
20% vigne Biologique et 80% vigne S0	S3A	-4%	-10%		S1A	-2,5 µg/l			
75% de la SAU en S0 25% en S2	S1A	-6%	-5%		S3A	-2,4 µg/l			
Pratiques intensives 100% du bassin	S9	42%	20%	S9	S9	4,5 µg/l	S9		Inefficace

S0 : Scénario de référence initial sur 100% du BV
 S9 : Pratiques intensives sur 100% du BV
 S2 : MAET Grandes cultures PHYTO_04 et Viti PYTO_10 sur 100% du BV
 S1A : 75% de la SAU en S0 et 25% de laSAU en scénario S2
 S3A : 20% de Vigne Biologique et 80% Vigne S0 Grande cultures GC en Scénario S0
 S3B : 20% de Vigne agro bio, 80% de la vigne en Scénario S2 et 100 % des GC en scénario S2
 S4 : 100% GC converties en prairies MAET à moins de 20m des cours d'eau, le reste de la SAU en S0

Source : Vernier et al., 2014

5. Conclusion

La démarche proposée et les avancées méthodologiques mises en avant contribuent à consolider le champ des travaux en évaluation agro-environnementale, qui s'est développé au plan scientifique ces dix dernières années de façon mono disciplinaire.

L'avancée essentielle que nous souhaitons mettre en avant concerne à la fois le caractère intégratif des outils et méthodes proposés mais aussi la triangulation des regards, approches et disciplines pour rendre compte du concept d'efficacité de ce nouveau dispositif public de territorialisation de l'action publique agro-environnementale. Pour apporter un jugement sur l'efficacité d'une telle politique publique (par nature complexe dans sa construction et variable dans ses effets localisés), le projet MAEVEAU montre que l'évaluation d'un tel concept (efficacité) ne peut pas se réduire à une seule approche d'évaluation quantitative de l'impact conduite à l'échelon national. Pour rendre compte de l'efficacité des MAET, il est nécessaire d'en interroger ses différentes composantes (efficacité environnementale et économique) mais aussi ses processus (efficacité organisationnelle) au sein d'une démarche d'évaluation intégrée pour trianguler les regards et la compréhension des facteurs de succès. Si l'évaluation des effets propres a ainsi permis de rendre compte au niveau national de l'efficacité en interrogeant la contribution des MAET aux changements de pratiques, elle ne permet pas d'en expliquer les raisons (ou le processus). Par contre, l'évaluation de l'action collective au sein des coopératives permet d'interroger le processus d'adhésion et de contractualisation et a ainsi montré que les formes nouvelles d'action collective permises par le nouveau dispositif de MAET conduisent à une efficacité renforcée des MAE via un processus collectif d'apprentissage du changement. Quant à l'analyse des déterminants et préférences des agriculteurs dans la décision de s'engager, elle montre l'importance de tenir compte des coûts de transaction dans l'analyse de l'efficacité d'un nouveau dispositif. Enfin la démarche d'évaluation coût efficacité tenant compte de la spatialisation des cultures et de la diversité des milieux permet de rendre compte d'une variabilité de cette efficacité.

6. Références

- Brooke A., Kendrick D., Meeraus A., 1988. GAMS: A User's Guide. The Scientific Press, South. San Francisco, CA, 1988.
- Chabé-Ferret S.; Subervie J., 2012, Econometric methods for estimating the additional effects of agri-environmental schemes on farmers' practices, In : Evaluation of Agri-Environmental Policies: Selected Methodological Issues and Case Studies, Ed. OECD, 258 p.
- Chabé-Ferret S.; Desjeux Y.; Dupraz P.; Subervie J., 2013, Adoption et efficacité des mesures agri-environnementales, In: Trouvé A., Berriet-Sollic M., Lépicié D. (dir.) Le développement rural en Europe. Quel avenir pour le deuxième pilier de la Politique agricole commune ? Ed. Peter lang Business & Innovation. Suisse Vol 4, 336 p.
- Chavent M., Kuentz-Simonet V., Saracco J. (2012) Orthogonal rotation in PCAMIX, *Advances in Data Analysis and Classification*, 6 : 131-146
- Gassiat A., Zahm F., 2013, Quelle territorialisation de l'action publique pour améliorer la qualité de l'eau ? Exemple des MAE à « enjeu eau » dans le Sud-Ouest de la France, *Economie rurale*, Vol. 333; pp. 85 -104
- Deleau M., Nioche J.-P., Penz P., Poinard R. (1986) Évaluer les politiques publiques. Méthodes, déontologie, organisation, Commissariat Général au Plan, La Documentation française, Paris
- Fougère D. (2010), Les méthodes économétriques d'évaluation, *Revue Française des Affaires Sociales* (1) : 105 - 128.
- Képhaliacos C., Del-Corso J-P, Rousset S., 2014, Évaluation organisationnelle des Mesures agro-environnementales territorialisées à enjeu qualité des eaux pour contribuer à une démarche d'évaluation intégrée, Rapport scientifique volet 1 du projet MAEVEAU, 59 p.
- Kieken H., 2003, Génèse et limites des « modèles d'évaluation intégrée » (integrated assessment models), *Annales des Ponts et Chaussées*, N° 107-108, pp. 85-91
- Heckman J., Ichimura H., Todd P., 1997, Matching as an Econometric Evaluation Estimator : Evidence from Evaluating a Job Training Program", *Review of Economic Studies*, (64) : 605-654.
- Heckman J., Ichimura H., Todd P. , 1998, Matching as an econometric evaluation estimator, *Review of Economic Studies*, (65 - 2), pp. 261-94.
- Heckman J.J, Lalonde R., Smith J., 1999, The Economics and Econometrics of Active Labor Market Programs" In O. Ashenfelter and D. Card (eds), *Handbook of Labor Economics*, vol. III, North Holland : 1865-2097.
- O'Callaghan J.R., 1996. Land Use, the interaction of economics, ecology and hydrology, Chapman and Hall, London.
- Parker P., Letcher R., Jakeman A., Beck, M.B et al. 2002, Progress in integrated assessment and modelling, *Environmental Modelling & Software* 17 (3), 209–217.
- Rubin D. B., 1974, Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies, *Journal of Educational Psychology* 66(5), pp. 688-701.
- Rubin D.B., 1977, Assignment to Treatment Group on the Basis of a Covariate", *Journal of Educational Statistics*, (2) : 1-26.
- Torre A., 2000, Economie de la Proximité et Activités Agricoles et Agro-alimentaires, *Revue d'Economie Régionale & Urbaine*, (3), 407-426.
- Vernier F., Rousset S., Guichard L., Kuentz-Simonet V., Leccia O., Lescot J-M., Minette S., Kevin P., Scordia C., Tinland K., 2014, Les mesures agroenvironnementales à enjeu "eau/pesticides" : évaluation environnementale et économique de l'impact de modifications des pratiques agricoles par modélisation intégrée à partir de scénarios d'évolution, rapport scientifique volet 3 du projet MAEVEAU / rapport ECCOTER; 52 p. + annexes
- Volk, M., Hirschfeld, J., Dehnhardt, A., Schmidt, G., Bohn, C., Liersch, S., & Gassman, P. W. (2008). Integrated ecological-economic modelling of water pollution abatement management options in the Upper Ems River Basin, *Ecological Economics*, 66(1), 66-76.
- Williamson O-E., 1996, The Mechanisms of Governance. Oxford University Press, Oxford.
- Zahm F., Kuentz-Simonet V., Scordia C., Petit K., Uny D., 2014, Évaluation des effets propres de Mesures Agro-environnementales territorialisées pesticides à enjeu qualité des eaux sur la période 2007 à 2011. Une Prise en compte de la dimension territoriale du dispositif, Rapport scientifique volet 2 du projet MAEVEAU, 150 p.
- Zahm F., Képhaliacos C., Vernier F., Del-Corso J-P, Rousset S., Kuentz-Simonet V., Guichard L., Leccia O., Lescot J-M., Scordia C., Minette S., Nguyen G., Fort J-L., Petit K., Tinland K., Daniel Uny., 2014,

Evaluation intégrée des Mesures Agro-Environnementales Territorialisées pesticides à enjeu « qualité des eaux, Rapport scientifique de synthèse du projet MAEVEAU, Programme Eaux & Territoires, Irstea, LEREPS, INRA, Chambre régional agriculture Poitou Charentes, 64 p.

Remerciements : Cette recherche n'aurait pu se réaliser sans les financements accordés par le programme Eaux et Territoires (MEDDE, CNRS, Irstea) et la contribution complémentaire de l'ONEMA pour le volet 3 au sein du projet ECCOTER. Nous souhaitons également remercier toutes les institutions, personnes et agriculteurs (trices) ayant accepté de répondre ou communiquer les informations nécessaires aux différentes équipes. Un dernier remerciement est destiné à toute les équipes et personnels mobilisées du SSP du Ministère de l'agriculture, du CASD (centre d'accès sécurisé aux données) de l'Insee, de l'Agence de Service et de Paiements (Limoges) pour leurs différents accords dans l'accès aux données des MAET, des données du Recensement agricole et de l'enquête pratiques culturelles 2011 et à toute l'équipe de l'Observatoire du Développement Rural (INRA Toulouse) pour leur disponibilité, conseil et contribution à l'accès aux données nécessaires à la présente recherche.